

Theorie antireduktionistischer Argumente: Fallstudie Bohr*

Von PAUL HOYNINGEN-HUENE (Zürich)

Vom seinem Titel her hat dieser Aufsatz dreierlei einzulösen: erstens eine Erläuterung, was eine Theorie antireduktionistischer Argumente sein soll, zweitens eine Darlegung, worin die angesprochene „Fallstudie Bohr“ bestehen soll, und drittens eine Erklärung des Doppelpunktes im Titel: worin der Zusammenhang der Fallstudie Bohr und der Theorie antireduktionistischer Argumente bestehen soll. Ich werde zunächst versuchen, das Bedürfnis nach einer Theorie antireduktionistischer Argumente plausibel zu machen bzw. zu wecken. Anschließend werde ich im zweiten Abschnitt diskutieren, was für eine Art Theorie hier eigentlich gemeint ist und wie man möglicherweise in ihren Besitz gelangen kann. Das wird erklären, wozu man Fallstudien einer bestimmten Art braucht. Im dritten Abschnitt werde ich dann eine solche Fallstudie im Umriß vorstellen, um schließlich im vierten Abschnitt einige vorläufige Ergebnisse hinsichtlich der Theorie antireduktionistischer Argumente zu skizzieren.

1. Das Bedürfnis nach einer Theorie antireduktionistischer Argumente

Zunächst zu der ins Auge gefaßten Theorie antireduktionistischer Argumente. Um das Bedürfnis nach einer solchen Theorie plausibel zu machen bzw. zu wecken, muß ich etwas ausholen. Es ist wohlbekannt, daß es in der Geschichte der Wissenschaften und der Philosophie immer wieder heftige und meist lang dauernde Kontroversen hinsichtlich des Reduktionismus gegeben hat. Schon Aristoteles beispielsweise hatte seine kosmologische Theorie, die eine grundsätzliche Verschiedenheit der irdischen von der himmlischen Region postulierte, gegen die entgegengesetzte reduktionistische Vorstellung zu verteidigen. In der Neuzeit kennen wir viele Kontroversen ähnlicher Art, bis heute. Wie steht es mit der Reduzierbarkeit des Geistig-Seelischen auf das Körperlich-Materielle, des Gedachten auf das Wahrgenommene, des Elektrischen oder des Thermischen auf das Mechanische, des Lebendigen auf das Nicht-Lebendige, des Chemischen auf das Physikalische, des Mathematischen auf das Logische, des Logischen auf das Psychologische? Und andere mehr.

Etliche der angesprochenen Kontroversen sind heute erledigt, etwa die Frage, ob die elektromagnetischen Phänomene im Kern rein mechanischer Natur, also letzten Endes auf den Stoß von Teilchen zurückführbar seien: Es herrscht Konsens, daß sie es nicht sind. Die Mehrzahl der genannten Kontroversen hat sich aber als erstaunlich langlebig erwiesen: Man denke nur an die Frage der Reduktion des Lebendigen auf das Nicht-Lebendige oder an das sogenannte Leib-Seele-Problem. Für die Langlebigkeit von Reduktionismus-Kontroversen kann man einige Gründe anführen, wobei ich mich im folgenden auf den Bereich des Kognitiven beschränke und mögliche soziologische oder psychologische Gründe beiseite lasse.

Der Reduktionismusbegriff ist außerordentlich vieldeutig. Ich möchte zwar nicht behaupten, daß dies der Hauptgrund dafür ist, daß bis heute weder das „Historische Wörterbuch der Philosophie“ noch die „Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie“ bis zum Buchstaben R vorgedrungen sind, aber für etliche Verwirrungen in Reduktionismusdebatten kann diese Vieldeutigkeit doch aufkommen. Jede sinnvolle

Diskussion über Reduktionismus muß daher gleich zu Anfang einige Unterscheidungen treffen. Ich kann hier allerdings nicht auf die Details und die durchaus vorhandenen Probleme dieser Unterscheidungen eingehen, die in der Literatur ausführlich diskutiert sind.

Eine erste Grundunterscheidung betrifft die Frage, ob man sich mit Reduktionen beschäftigt, die im wesentlichen den gleichen Objektbereich betreffen oder nicht. Im wesentlichen den *gleichen* Objektbereich betrifft insbesondere das Problem der Reduktion von Vorgängertheorien, beispielsweise die Frage der Reduktion der klassischen Mechanik auf die relativistische. *Verschiedene* Objektbereiche sind etwa involviert, wenn nach dem Verhältnis der Ebenen innerhalb einer bestimmten Hierarchie gefragt wird: beispielsweise in der Hierarchie Physik, Chemie, Biologie, Psychologie, Soziologie. Verschiedene Objektbereiche, hinsichtlich derer Reduktionsfragen möglich sind, können aber auch *räumlich* getrennt sein. Ein Beispiel wäre die Frage der Reduktion der Dynamik des himmlischen Bereichs auf die des irdischen Bereichs, für die der heutige Konsens in unserem Kulturbereich lediglich ein paar hundert Jahre alt ist.

Im folgenden werde ich vor allem Reduktionen, die *verschiedene* Objektbereiche betreffen, im Auge haben. Für diese Situation, die also die Reduktion eines Bereiches B auf einen relativ dazu in gewissem Sinn „niedrigeren“ Bereich A betrifft, lassen sich in einem weiteren Schritt drei verschiedene Reduktionsbegriffe unterscheiden.

Der *ontologische* Reduktionismus behauptet, daß die beiden Bereiche A und B in ontologischer Hinsicht identisch sind, d. h., daß die Entitäten von B aus den gleichen elementaren Substraten mit den gleichen elementaren Wechselwirkungen aufgebaut sind wie die Entitäten von A. Der *epistemologische* Reduktionismus behauptet, daß die für die Beschreibung des höheren Bereichs B benötigten Begriffe mittels der zu A gehörigen Begriffe extensional äquivalent redefiniert werden können und daß die Gesetze von B aus den Gesetzen von A, den genannten Redefinitionen und angemessenen Randbedingungen abgeleitet werden können. Der *methodologische* Reduktionismus schließlich behauptet, daß sich die Forschung legitimerweise nur auf der niedrigeren Ebene A bewegen dürfe.

Ich werde im folgenden vor allem Fragen der epistemologischen Reduktion betrachten, also Fragen, die das Verhältnis von Begriffen und Theorien zweier Bereiche betreffen. Eine Beschäftigung mit der epistemologischen Reduktion bedarf heute der Rechtfertigung, da etliche Philosophen die Überzeugung vertreten haben, Fragen der epistemologischen Reduktion seien uninteressant, ja hinsichtlich der tatsächlichen Wissenschaftspraxis irreführend. Nun scheint mir, daß die *ausschließliche* Beschäftigung mit dem epistemologischen Reduktionismus, wie sie für den Neopositivismus charakteristisch war, tatsächlich ein verzerrtes Bild der Wissenschaft erzeugen kann: Die Vielfalt der tatsächlich vorhandenen Reduktionsprobleme kann nicht auf die eine Frage nach der epistemologischen Reduktion reduziert werden. Aber das entgegengesetzte Extrem scheint mir ebensowenig richtig zu sein, wird doch bei der epistemologischen Reduktion in gewissem Sinn nach der *begrifflichen Entfernung* verschiedener Gebiete gefragt. Selbst wenn diese Frage in der Praxis der Wissenschaften ohne Belang wäre, in philosophischer Perspektive ist sie durchaus von Interesse.

Welche Positionen lassen sich nun grundsätzlich hinsichtlich der epistemologischen Reduktion einnehmen? Klarerweise sind das zunächst einmal der Reduktionismus und der Antireduktionismus, welche die Möglichkeit der jeweiligen Reduktion behaupten bzw. leugnen. Es sind aber manchmal auch in gewissem Sinne vermittelnde Positionen möglich, dann nämlich, wenn A und B von einem anderen Standpunkt aus als verschiedene Aspekte der gleichen Sache erscheinen. Beispielsweise wurde die Frage nach dem Verhältnis des terrestrischen und des himmlischen Bereichs in der Neuzeit weder mit einer Reduktion in der einen oder der anderen Richtung noch durch den Nachweis der Unmöglichkeit dieser Reduktion beantwortet: Vielmehr liefert die klassische Physik einen Gesichtspunkt, von dem her sich der Gegensatz gewissermaßen auflöste.

So abstrakt gesprochen wie soeben, scheint die *Artikulation* von reduktionistischen, anti-reduktionistischen bzw. Mittlerpositionen keine Probleme aufzuwerfen. Tatsächlich aber

stecken hier etliche Teufel in den Details. Sobald man nämlich genauer nach dem Bestand der involvierten Gesetze, nach der Möglichkeit ihrer logischen Artikulation, nach der Art der zugelassenen Ableitungsrelationen und ähnlichem fragt, verschwinden die glasklaren Oppositionen. Als idealtypische Orientierungspunkte scheinen sie mir dennoch sinnvoll zu sein, wie ich der Kürze halber hier nur konstatieren kann. Jedenfalls aber haben die hier möglichen Übergänge zwischen den Positionen auch zu Verwirrungen in Reduktionsdebatten beigetragen.

Wenn sich also zumindest idealtypisch reduktionistische, antireduktionistische und vermittelnde Positionen voneinander unterscheiden lassen, dann kann man fragen, wie solche Positionen eigentlich begründet werden können. Die Frage nach der Begründung einer reduktionistischen bzw. vermittelnden Position kann, was das Grundsätzliche betrifft, ziemlich klar beantwortet werden. Solche Positionen sind wesentlich *Existenzbehauptungen*: die Behauptung nämlich, daß eine bestimmte Reduktion bzw. eine bestimmte vermittelnde Position existiert. Solche Existenzbehauptungen werden in den empirischen Wissenschaften *konstruktiv* begründet: durch die Konstruktion desjenigen, dessen Existenz behauptet wird. (In den Formalwissenschaften kann es unter bestimmten Voraussetzungen auch andere Begründungsstrategien für Existenzbehauptungen geben, aber das ist hier ohne Belang.) Man muß also die behauptete Reduktion vorführen bzw. die vermittelnde Position mit den geforderten Leistungen darlegen. De facto werden solche Begründungen vielfach nicht in allen Details durchgeführt, und man muß sich mit einer gewissen Plausibilität für ihre Durchführbarkeit begnügen, aber im Grundsätzlichen ist die Sache klar.

Ganz anders steht es aber mit der Begründung für eine antireduktionistische Position. Hier handelt es sich nicht um die Begründung einer Existenzbehauptung, sondern um die einer *Unmöglichkeitbehauptung*: Eine Reduktion von B auf A ist *unmöglich*, oder: Für alle Reduktionsversuche von B auf A gilt, daß sie *scheitern* müssen. Es scheint, daß die Begründung eines solchen Allsatzes, jedenfalls im Bereich der empirischen Wissenschaften, nicht auf zwingende Weise möglich ist. Hier scheinen wir nun auf eine weitere Quelle für die Langlebigkeit von Reduktionsdebatten gestoßen zu sein: Es ist ja gar nicht klar, wie genau für eine antireduktionistische Position erfolgreich argumentiert werden kann. Entsprechend befällt einen auch, wenn man die Literatur, und zwar sowohl die fachwissenschaftliche als auch die philosophische Literatur, zu diesen Debatten betrachtet, bisweilen ziemliches Unbehagen. Argumente scheinen manchmal einigermaßen plausibel zu sein, aber doch nicht ganz überzeugend; manchmal absurd, aber man weiß nicht genau, warum; manchmal flach, aber dennoch von einiger faktischer Wirkung. Hier kann nun das Bedürfnis auftreten, das antireduktionistische Argumentieren selbst besser zu verstehen; nicht diese oder jene antireduktionistische Position anzugreifen oder zu verteidigen, sondern die hierbei zu verwendenden (oder zu vermeidenden) Argumente zum Gegenstand der Reflexion zu machen. Mit anderen Worten: Gefragt ist dann eine *Theorie antireduktionistischer Argumente*, in einem noch zu klärenden Sinn von Theorie.

Erstaunlicherweise findet man in der Literatur meines Wissens keinen Versuch, zu einer Theorie antireduktionistischer Argumente zu kommen – trotz des starken Interesses an den Ergebnissen antireduktionistischer Argumente. Diese Situation scheint mit ihrer Struktur nach vergleichbar mit der Situation des Argumentierens überhaupt vor Aristoteles. Es wird argumentiert, mehr oder weniger erfolgreich, aber die Grundlagen des Argumentierens liegen im dunkeln. Es ist dann Sache einer philosophischen Bemühung, die Reflexion eigens auf das Argumentieren zu richten. Natürlich läßt sich das Problem des Argumentierens überhaupt – Logik – keinesfalls *seiner Bedeutung nach* mit dem Problem des antireduktionistischen Argumentierens vergleichen, aber seiner Struktur nach liegt hier das gleiche Problem vor.

2. Die Theorie antireduktionistischer Argumente

Nun also zur Theorie antireduktionistischer Argumente selbst. Was soll diese Theorie leisten? Sie soll das antireduktionistische Argumentieren klären, gewiß. Aber diese Auskunft ist natürlich sowohl in sachlicher als auch in methodischer Hinsicht zu konkretisieren. Zunächst also zu den sachlichen, inhaltlichen Aspekten.

Wenn man von der plausiblen Annahme ausgeht, daß es eine Vielzahl verschiedener Arten von antireduktionistischen Argumenten gibt, dann erfordert jede eingehendere Beschäftigung mit ihnen natürlich entsprechende Unterscheidungen. Als erster Schritt scheint mir daher eine Ordnung der verschiedenen Typen antireduktionistischer Argumente nötig, mit anderen Worten: eine *Klassifikation* oder *Typologie antireduktionistischer Argumente*. Der zweite Schritt der Theorie antireduktionistischer Argumente besteht dann in der detaillierten Untersuchung jedes Typs antireduktionistischer Argumente. Das bedeutet konkret die Beantwortung folgender Fragen: Welche Prämissen benutzt das Argument? Wie führen diese Prämissen zur Konklusion, d. h., worauf beruht die argumentative Kraft des entsprechenden Arguments? Wie groß ist die argumentative Kraft des Arguments? Auf welche Weise kann das Argument entkräftet werden, d. h., wo liegen die Grenzen des Arguments? Diese letzte Frage ist in historischer wie in systematischer Hinsicht von Interesse, wenn man bedenkt, daß etliche der in der Geschichte der Wissenschaften faktisch erfolgreichen antireduktionistischen Argumente später ihre Glaubwürdigkeit verloren haben und daß ähnliches zeitgenössischen Argumenten droht. Ein dritter Teil der Theorie antireduktionistischer Argumente besteht schließlich in einer Sammlung und Analyse gebräuchlicher Scheinargumente. Soviel zunächst zum Inhalt der gesuchten Theorie.

Welche Wege lassen sich nun einschlagen, um sich einer Theorie antireduktionistischer Argumente zu nähern? Allgemein gesagt, scheint mir die folgende Strategie am erfolgversprechendsten: Zunächst werden historische Fälle erfolgreicher antireduktionistischer Argumente untersucht, d. h. möglichst genau historisch rekonstruiert, und anschließend wird die gesuchte Theorie durch Reflexion dieser Fallstudien gewonnen. Der springende Punkt ist damit natürlich zunächst einmal eine geeignete Auswahl von Fallstudien. Es lohnt sich, im voraus darüber nachzudenken, welche Bedingungen diese historischen Fälle erfüllen müssen, damit sie ihre Funktion, nämlich Fallstudien für eine Theorie antireduktionistischer Argumente zu sein, erfüllen können. Ich sehe zwei notwendige und eine erwünschte Bedingung.

Gemäß der ersten, notwendig zu erfüllenden Bedingung sollten die Fallstudien Beispiele *guter* antireduktionistischer Argumente untersuchen: Die gesuchte Theorie soll ja primär eine positive Theorie sein. Diese Forderung stößt auf die Schwierigkeit, daß wir zu Beginn inhaltlich noch gar nicht wissen, welche Argumente gute antireduktionistische Argumente sind: Gerade die gesuchte Theorie soll uns ja unter anderem darüber aufklären. Infolgedessen ist diese Bedingung durch eine gewissermaßen „externalistische“, dafür aber praktikable Bedingung zu ersetzen. Der beste Ersatz scheint die Forderung zu sein, daß die zu untersuchenden Argumente *historisch erfolgreich* gewesen sein sollen. Die Beurteilung eines antireduktionistischen Arguments als historisch erfolgreich hat aufgrund der historischen Umstände zu erfolgen. Dabei kommt vor allem der *Wirkungsgeschichte* und dem wissenschaftshistorischen Status des *Autors* des Arguments große Bedeutung zu. Beispielsweise sind antireduktionistische Argumente, die von herausragenden Wissenschaftlern formuliert und von ihren Zeitgenossen zumindest für eine gewisse Zeit mehrheitlich akzeptiert wurden, gute Kandidaten für die Fallstudien. Die zweite, notwendig zu erfüllende Bedingung ist mehr technischer Natur. Sie besagt, daß man für die historische Rekonstruktion hinreichend viele historische Daten erhalten können muß. Dies betrifft nicht nur den Wortlaut des Arguments, sondern auch den wissenschaftlichen, evtl. auch den philosophischen Hintergrund, vor dem das Argument ein die Zeitgenossenschaft überzeugendes Argument wurde. Die Erfüllung einer dritten Bedin-

gung ist zwar nicht notwendig, aber doch wünschenswert, weil sie die Arbeit an der einheitlichen Theorie antireduktionistischer Argumente erleichtern würde. Gemäß dieser Bedingung sollte die Überzeugungskraft des entsprechenden Arguments in einer späteren Periode der Geschichte nachweisbar nachgelassen haben. Wenn dies der Fall ist, dann lassen sich nämlich vermutlich schon aufgrund der historischen Entwicklung Einblicke in die Grenzen des entsprechenden Typs von Argument gewinnen; ich hatte ja gesagt, daß auch die Grenzen eines Arguments Gegenstand der Theorie antireduktionistischer Argumente sind. – Glücklicherweise sind die genannten Bedingungen nicht so stark, daß die Menge der sie erfüllenden Elemente leer wäre. Tatsächlich gelten für die drei jetzt zu nennenden Fälle alle drei Bedingungen.

1. Fallstudie: Die Kosmologie des Aristoteles. Die Himmelsphäre, genauer die supra-lunare Sphäre, ist bei Aristoteles ontologisch und daher auch epistemologisch nicht auf die irdische Sphäre reduzierbar. Das die Himmelsphäre aufbauende fünfte Element, der Äther, ist grundsätzlich von den vier sublunaren Elementen verschieden. Das antireduktionistische Argument des Aristoteles findet sich in „De caelo“, Buch I, Kap. 2 und 3; natürlich müssen weitere Stellen aus den Aristotelischen Schriften, vor allem aus „De caelo“, der Physikvorlesung und der „Metaphysik“ herangezogen werden.

2. Fallstudie: Der Neovitalismus Hans Drieschs. Driesch hat seine bekannten neovitalistischen Thesen vor allem in seinen Büchern „Der Vitalismus als Geschichte und als Lehre“ von 1905 und „Die Philosophie des Organischen“ von 1909 entwickelt. Nennenswerten Einfluß auf die Biologie hatte er wohl bis in die 20er Jahre. Heute glaubt ihm praktisch kein Biologe mehr (wiewohl es Annahmen gibt).

3. Fallstudie: Der quantenmechanisch inspirierte Antireduktionismus Niels Bohrs hinsichtlich der Reduktion der Biologie auf die Physik. Jetzt bin ich also bei der im Titel des Aufsatzes genannten „Fallstudie Bohr“ angelangt. Über den Autor und sein wissenschaftliches Gewicht braucht kein Wort verloren zu werden. Das Argument Bohrs, auf das ich gleich inhaltlich eingehen werde, hat eine große und zugleich kuriose Wirkungsgeschichte. Denn dieses antireduktionistische Argument brachte den jungen Max Delbrück dazu, sich der Biologie zuzuwenden; bekanntlich wurde Delbrück einer der wichtigsten Mentoren der Molekularbiologie. Diese Tradition stellte sich aber, jedenfalls im Selbstverständnis ihrer führenden Exponenten, als durchgängig reduktionistisch heraus.

Weitere mögliche Fallstudien betreffen das Verhältnis von Cartesianismus zu Newtonianismus, das Verhältnis von Mechanik zur Elektrodynamik im 19. Jh., den Wiederkehrerwand gegen die Reduktion der Thermodynamik auf die (statistische) Mechanik und die Widerlegung des Psychologismus durch Husserl und Frege.

Soweit der eher programmatische Teil dieses Aufsatzes. Nun komme ich zu gewissen Resultaten dieses Programms, zunächst zur angekündigten Fallstudie Bohr.

3. Die Fallstudie Bohr

Ich werde die Analyse des Bohrschen antireduktionistischen Arguments hier aus Raumgründen nicht in allen Details vorstellen können; vielmehr muß ich alle Feinheiten übergehen und mich auf das Größte beschränken. Bohrs Argument findet sich in seiner Arbeit „Licht und Leben“, als Vortrag 1932 gehalten und 1933 publiziert.¹ Bevor ich auf das Argument eingehe, ist die Behauptung zu explizieren, für die Bohr argumentiert.

Nachdem die Entwicklung der Quantenmechanik 1927 mit Heisenbergs Unschärferelation und Bohrs Konzeption der Komplementarität einen gewissen Abschluß gefunden hatte, beschäftigte sich Bohr Anfang der 30er Jahre u. a. mit möglichen Anwendungen des Komplementaritätsgedankens außerhalb der Physik. Schon seit seiner Jugendzeit war Bohr mit dem Problem vertraut, in welchem Verhältnis genau Physik und Chemie zu den Wissenschaften vom Lebendigen stünden. In seiner Jugendzeit lautete die Alternative hier ziemlich einfach: Vitalismus oder Mechanizismus; aber mit der tiefgreifenden Umgestal-

tion der Physik taten sich hier neue Perspektiven auf. Für Bohr war die Frage, ob die neue Physik, d. h. die klassische Physik *plus* die Quantenmechanik, zur Erklärung typisch biologischer Phänomene ausreichen würde oder nicht. Ab 1931, nicht aber früher, vertritt Bohr den Standpunkt, daß die Physik und Chemie die eigentlichen Lebensfunktionen, wie er sich ausdrückt (Abs. 8), nicht erklären könnten. Diese Position ist zwar *nicht identisch* mit dem epistemologischen Antireduktionismus – denn bei Bohr wird von *Erklärungen* und nicht von *Ableitungen* gesprochen –, aber sie impliziert ihn. Dies läßt sich aufgrund des Bohrschen Verständnisses der wissenschaftlichen Erklärung nachweisen, wie es sich aus seinem Text herausholen läßt. Infolgedessen ist das Argument für seine Position zugleich ein Argument für den epistemologischen Antireduktionismus – und damit für uns eine geeignete Fallstudie.

Bohrs Argument, so läßt sich seinem „Licht und Leben“ entnehmen, besteht in einem Analogieschluß. „Die behauptete Unmöglichkeit einer physikalischen oder chemischen Erklärung eigentlicher Lebensfunktionen dürfte in diesem Sinne analog zu der Unzulänglichkeit der mechanischen Analyse für das Verhältnis der Stabilität der Atome sein.“ (Abs. 8) Also: So wie die klassische Physik sich als absolut unzureichend für das Verständnis der Stabilität der Atome erwiesen hat – die Bohrschen Postulate von 1913 waren auf dieses Problem die erste Antwort gewesen –, so sind Physik und Chemie absolut unzureichend für das Verständnis der Lebensphänomene. Was stiftet diese Analogie, d. h., was ist das tertium comparationis, der Vergleichspunkt? Darüber gibt Bohr explizit Auskunft: „Ich will hier [...] nur noch hervorheben, daß der Kern der erwähnten Analogie das *typische Komplementaritätsverhältnis* ist, das zwischen der für jede physikalische Analyse erforderlichen Unterteilung einerseits und so charakteristischen biologischen Phänomenen wie der Selbsterhaltung und der Fortpflanzung der Individuen andererseits besteht.“ (Abs. 9, Hervorhebung von mir – P. H. H.) Die Analogie wird also durch „das typische Komplementaritätsverhältnis“ gestiftet. Damit betreten wir zwar einen notorisch schwankenden Boden, können aber dennoch – jedenfalls vorläufig – die Form des Arguments angeben, das Bohr in „Licht und Leben“ formuliert:

Prämisse 1: Die Erklärung der Stabilität der Atome durch die (klassische) Mechanik ist unmöglich, weil hier ein bestimmtes typisches Komplementaritätsverhältnis herrscht.

Prämisse 2: Hinsichtlich der Erklärung von charakteristischen Lebensfunktionen durch die Physik herrscht das gleiche typische Komplementaritätsverhältnis.

Konklusion: Also ist die Erklärung von charakteristischen Lebensfunktionen durch die Physik unmöglich.

Dreh- und Angelpunkt von Bohrs Argument ist also die Komplementarität, die daher zunächst diskutiert werden muß. Glücklicherweise gibt Bohr in „Licht und Leben“ selbst eine Erläuterung. Er führt den Komplementaritätsbegriff aber nicht für das Verhältnis von klassischer Mechanik und der Erläuterung der Stabilität von Atomen ein, so wie wir ihn in der ersten Prämisse seines Arguments benötigen. Vielmehr tritt der Komplementaritätsbegriff zunächst bei Bohrs Diskussion der Lichtphänomene auf, unmittelbar nachdem er dargelegt hat, daß sowohl die Wellenbeschreibung als auch die korpuskulare Beschreibung für die Lichtphänomene unentbehrlich seien: „Die Kontinuität der Lichtfortpflanzung in Zeit und Raum einerseits und der atomare Charakter der Lichtwirkungen andererseits müssen daher als komplementäre Seiten ein und derselben Sache aufgefaßt werden, in dem Sinn, daß jede für sich wichtige Züge der Lichtphänomene zum Ausdruck bringt, die, selbst wenn sie vom Standpunkt der Mechanik aus unvereinbar sind, niemals in direkten Gegensatz kommen können, da eine eingehendere Analyse des einen oder anderen Zuges auf Grund mechanischer Vorstellungen verschiedene sich gegenseitig ausschließende Versuchsanordnungen erfordert.“ (Abs. 3) Das ist der charakteristische leserunfreundliche Bohr-Stil. Zerlegen wir diese Charakterisierung der Komplementarität in drei Punkte.

1. Der Gegenstandsbereich der Komplementaritätsrelation besteht in verschiedenen „Seiten ein und derselben Sache“, wobei „jede für sich wichtige Züge (des entsprechenden Phänomens) zum Ausdruck bringt“. Das ist ziemlich klar.

2. Von einem bestimmten „Standpunkt“ aus sind diese verschiedenen „Seiten ein und derselben Sache“ miteinander „unvereinbar“. Die angesprochene Unvereinbarkeit ist nun aber keine *logische* Unvereinbarkeit zwischen zweierlei *fest* Vorgegebenem, wie man – von der Wissenschaftsphilosophie herkommend – wohl vermuten würde. Vielmehr handelt es sich darum, daß auch unter Einbeziehung von angemessenen Approximationen, Modellen, Hilfsannahmen, Korrekturen, mehr oder weniger präzisen Hintergrundsannahmen und sonstigen einschlägigen Teilen des wissenschaftlichen Wissens die verschiedenen Seiten nicht theoretisch kompatibel gemacht werden können. Ich werde diese Art der Unvereinbarkeit, die ich jetzt nur grob umschrieben habe, „theoretische Unvereinbarkeit“ nennen. Um den Unterschied von logischer und theoretischer Unvereinbarkeit mit einem Beispiel zu illustrieren: Das Fallgesetz und das Newtonsche Gravitationsgesetz, ergänzt durch passende Randbedingungen, stehen wohl im *logischen* Widerspruch zueinander: Gemäß dem Fallgesetz ist die Kraft längs des Fallwegs konstant, gemäß dem Gravitationsgesetz aber monoton wachsend. Dennoch kann das Fallgesetz approximativ aus dem Gravitationsgesetz plus Randbedingungen abgeleitet werden. Die beiden Gesetze sind also zwar *logisch* unvereinbar, aber *theoretisch* vereinbar.

Die im Bohr-Zitat angesprochene theoretische Unvereinbarkeit besteht aber nicht absolut, sondern nur relativ zu einem „Standpunkt“, wie er von einer bestimmten Theorie geliefert wird, hier der klassischen Physik. Der entscheidende Aspekt der klassischen Theorien besteht hier darin, daß sie einen ontologischen Sachverhalt behaupten, nämlich die fundamentale ontologische „Vorstellung einer von den Beobachtungsmitteln unabhängigen Existenz der Phänomene“ (Abs. 5). Unter dieser Voraussetzung sind der korpuskulare und der Wellencharakter des Lichts in der Tat nicht miteinander vereinbar: Licht *besteht* dann entweder aus Wellen, oder es *besteht* aus Teilchen – unabhängig von den Aktivitäten eines Beobachters. Der Begriff der Komplementarität, so Bohr, soll gerade auf die eingeschränkte Gültigkeit der obigen ontologischen Annahme hinweisen: „[D]er Begriff der Komplementarität [dient] als Symbol für die in der Atomphysik auftretende fundamentale Begrenzung unserer gewohnten Vorstellung einer von den Beobachtungsmitteln unabhängigen Existenz der Phänomene.“ (Abs. 5)

Nun zum 3. Charakteristikum von Komplementarität. Trotz der (von einem bestimmten Standpunkt aus bestehenden) theoretischen Unvereinbarkeit der komplementären Seite des Phänomens können diese aber „niemals in direkten Gegensatz kommen“. Mit dem „direkten Gegensatz“ ist ein *logisch-begrifflicher Widerspruch* gemeint, und zwar ein Widerspruch, der bei der Beschreibung bestimmter faktischer Situationen auftreten könnte. Es wäre ja möglich, daß in *einer* bestimmten experimentellen Situation sich das Licht *zugleich* als Welle *und* als Korpuskel beschreiben ließe oder sogar so beschrieben werden müßte, was ein begrifflicher Widerspruch wäre. Dieser Widerspruch wäre für Bohr aber nicht dadurch aufzulösen, daß man sagt, daß er sich ja nur auf dem Boden von Voraussetzungen einstellt, die für die klassische Physik typisch und daher in der Quantenphysik gerade aufzugeben sind. Diese Art der Auflösung des drohenden begrifflichen Widerspruchs ist für Bohr deshalb nicht möglich, weil er (spätestens) seit 1927 – noch nicht aber 1925 – der Überzeugung ist, daß auf die klassischen Begriffe (mitsamt den Voraussetzungen für ihre sinnvolle Verwendung) in der Quantentheorie nicht einfach verzichtet werden kann. Der Grund ist, daß die Ergebnisse von Experimenten seiner Meinung nach immer in klassischer Terminologie mitgeteilt werden müssen. Demnach müssen die drohenden Widersprüche auf andere Weise als durch Aufgabe des klassischen Vokabulars verhindert werden. Nach Bohr gibt es hier nur eine *physische Verhinderung von Widersprüchen*: Die zwei Klassen von Versuchsanordnungen, bei denen das Licht Welleneigenschaften bzw. Korpuskeleigenschaften zeigt, schließen einander physisch aus, wie eine „eingehendere Analyse“ (Abs. 3) zeige. Um es ganz drastisch zu sagen: So wie es physisch unmöglich ist,

an den gleichen Platz in einem Zimmer zwei verschiedene Schränke zu stellen, so ist es physisch unmöglich, gleichzeitig zwei Versuchsanordnungen zu realisieren, bei denen der gleiche Lichtstrahl simultan Wellen- und Teilchenaspekte zeigen würde.

Soweit zu Bohrs Einführung des Komplementaritätsbegriffs. Jetzt ist zu klären, warum und wie der für das Licht eingeführte Komplementaritätsbegriff auch für die in der ersten und zweiten Prämisse von Bohrs Argument genannten Situationen relevant ist. Hinsichtlich der ersten Prämisse gibt uns Bohr die folgende Auskunft: „So besteht ein Komplementaritätsverhältnis zwischen jedem eindeutigen Gebrauch des Begriffes des stationären Zustands und einer mechanischen Analyse der Bewegungen der Teilchen innerhalb der Atome, das ganz dem beschriebenen Verhalten zwischen Lichtquanten und elektromagnetischer Strahlungstheorie entspricht.“ (Abs. 5) Man kann also die drei für das Licht eingeführten Bestimmungen des Komplementaritätsbegriffs auf das Verhältnis zwischen „jedem eindeutigen Gebrauch des Begriffes des stationären Zustands“ – sprich: Quantenmechanik – und „einer mechanischen Analyse der Bewegungen der Teilchen innerhalb der Atome“ – sprich: Mechanik – übertragen. Auf diese Weise ergeben sich aus der neuen Komplementaritätsbehauptung drei begründungspflichtige Unterbehauptungen. Ich führe dies hier aus Raumgründen nicht im Detail vor, möchte aber darauf hinweisen, daß bei der von Bohr lizenzierten *wörtlichen* Übertragung des Komplementaritätsbegriffs auf das Verhältnis von Mechanik und Quantenmechanik Probleme auftreten. Beispielsweise herrscht im Falle des Lichts Symmetrie hinsichtlich der komplementären Partner; beide sind gleichberechtigt. Hinsichtlich Quantenmechanik und Mechanik herrscht dagegen keine Symmetrie, wenn es um die inneratomaren Verhältnisse geht: Die Quantenmechanik hat hier eindeutig den Vorrang.

Dies sind allerdings Details, die am Geist des Bohrschen Arguments vorbeigehen. Denn was Bohr m. E. mit seinem Komplementaritätsbegriff im Auge hat, ist der spezifische Mechanismus, mit dem der Widerspruch zwischen zwei theoretisch unvereinbaren, aber gleichwohl unverzichtbaren Partnern vermieden wird. Hier ist es nun Mechanik und Quantenmechanik, die – obwohl theoretisch unvereinbar – beide in der Physik benötigt werden. Wieder gibt es eine physische Verhinderung drohender Inkonsistenz: Spezifisch quantenmechanische Effekte können mit klassischen Mitteln nicht untersucht werden, weil dabei das zu untersuchende Quantenphänomen zerstört wird.

Ist nun eigentlich die erste Prämisse von Bohrs Argument begründet, um derentwillen wir diesen langen Ausflug in das Gestrüpp der Komplementarität unternommen haben? Das ist sie allerdings; denn wenn Mechanik und die Verwendung des Begriffs „stationärer Zustand“ zueinander komplementär sind, dann heißt das unter anderem, daß sie theoretisch unvereinbar sind: Es war ja gerade die Unvereinbarkeit, die den eigentlichen Clou der Komplementarität, die physische Widerspruchsvermeidung, nötig gemacht hat. Infolgedessen kann die Stabilität der Atome durch die Mechanik auch nicht erklärt werden.

Nun zur zweiten Prämisse von Bohrs Argument. Hier soll nun Komplementarität zwischen der Physik, also der klassischen Physik plus Quantenphysik, und den charakteristischen Lebensfunktionen bestehen. Zunächst macht Bohr in „Licht und Leben“ auf einen Gegensatz aufmerksam: Zum einen gibt es mit der Physik theoretisch unvereinbare Resultate physiologischer Untersuchungen. Zum anderen aber ist der ontologische Antireduktionismus, d. h. ein Vitalismus, der eine „besondere, der Physik ganz unbekanntes Lebenskraft“ (Abs. 8) postuliert, abzulehnen. Diese Verwerfung des Vitalismus hat aber die folgende Konsequenz: „Wenn wir [...] imstande wären, die Analyse des Mechanismus der lebenden Organismen ebensoweit zu treiben wie die Analyse der Atomphänomene, so könnten wir kaum erwarten, ein Verhalten zu finden, das irgendwie von dem der unorganischen Stoffe abweicht.“ (Abs. 8) Damit aber entsteht ein „Dilemma“, wie Bohr sich ausdrückt (Abs. 8): Wenn die Bestandteile lebender und nicht-lebender Materie den *gleichen* Gesetzen folgen, dann ist nicht einzusehen, warum hinsichtlich ihrer Erklärung durch die Physik ein Unterschied bestehen sollte. Die Auflösung dieses Dilemmas, d. h. des Widerspruchs, stellt Bohr wie folgt dar: „In diesem Dilemma müssen wir jedoch

daran denken, daß das Verhalten bei biologischen und physikalischen Untersuchungen nicht unmittelbar miteinander verglichen werden kann, da die Notwendigkeit, das Untersuchungsobjekt am Leben zu halten, für jene eine Einschränkung bedeutet, die bei diesen kein Gegenstück aufzuweisen hat. So würden wir zweifellos ein Tier töten, wenn wir versuchten, eine Untersuchung seiner Organe so weit durchzuführen, daß wir den Anteil der einzelnen Atome an den Lebensfunktionen angeben könnten.“ (Abs. 8) Mit anderen Worten: Die Bedingungen, unter denen ein Organismus einmal ein Objekt der Biologie und ein andermal ein Objekt der Physik sein kann, schließen einander physisch aus. Dies ist die typische Figur der Komplementarität.

Soweit Bohrs Begründung der zweiten Prämisse, und wir müssen nun den Schluß als solchen betrachten. Hier stimmt natürlich etwas nicht: Formal ist der Schluß, so wie er dasteht, ungültig: Es fehlt die allgemeine Prämisse. Formal korrekt muß der Schluß so lauten:

Prämisse 1: Wenn immer zwischen A und B Komplementarität herrscht, dann ist es unmöglich, B durch A zu erklären.

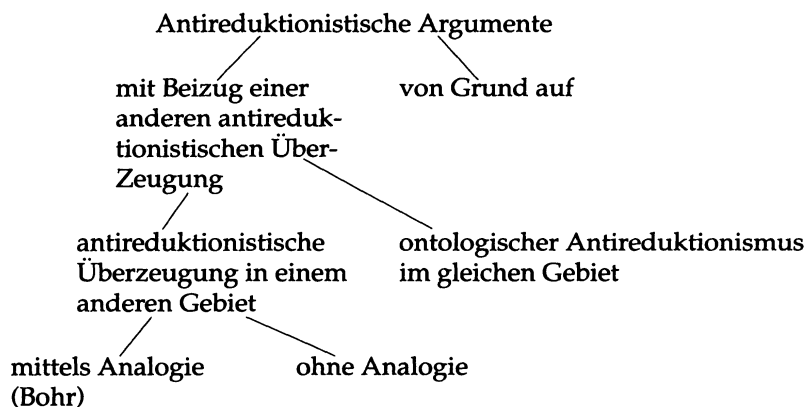
Prämisse 2: Zwischen der Physik und den charakteristischen Lebensfunktionen herrscht Komplementarität.

Konklusion: Also ist die Erklärung von charakteristischen Lebensfunktionen durch die Physik unmöglich.

Man beachte, daß die Konklusion dieses Schlusses die gleiche ist wie bei der früheren Darstellung. Wenn man den Schluß so rekonstruiert, dann wird man Bohrs Diskussion des Welle-Teilchen-Dualismus als die *Einführung* des Komplementaritätsbegriffs betrachten, und seine Diskussion der Komplementarität von Mechanik und Quantenmechanik als eine *Erläuterung* der neuen ersten Prämisse. Was Bohr mit seinem Argument somit erreicht, ist nicht nur eine Begründung der bloßen Tatsache der Nicht-Reduzierbarkeit der Biologie auf die Physik, sondern auch, wie trotz ihrer theoretischen Unvereinbarkeit doch beide zugleich im Gebäude der Wissenschaften Platz haben können.

4. Die Theorie antireduktionistischer Argumente: vorläufige Ergebnisse

Erstes Aufgabenfeld der Theorie antireduktionistischer Argumente, so hatte ich gesagt, sei eine Klassifikation antireduktionistischer Argumente. Einen Typ hatten wir mit dem Bohrschen Argument kennengelernt, nämlich den, der von einer Analogie zu einem etablierten Antireduktionismus in einem anderen Gebiet Gebrauch macht. Das legt die folgende, vorläufige Klassifikation nahe:



Man unterscheidet zunächst antireduktionistische Argumente, die von anderen antireduktionistischen Überzeugungen Gebrauch machen, von solchen, die das nicht tun und von Grund auf argumentieren. Bei der ersten Gruppe lassen sich Argumente, die sich auf einen Antireduktionismus in einem anderen Gebiet stützen, von solchen unterscheiden, die einen Antireduktionismus im gleichen Gebiet verwenden. Hier kommt, so weit ich sehe, nur der ontologische Antireduktionismus im gleichen Gebiet in Frage. Vermutlich ist das Aristotelische Argument gegen die Reduzierbarkeit der supralunaren Region auf die sublunare von diesem Typ. Schließlich lassen sich bei ersterer Kategorie Argumente unterscheiden, die von Analogien Gebrauch machen, von solchen, die das nicht tun. Damit sind wir bei unserer Fallstudie Bohr angelangt.

Der Trick bei dieser Klassifikation besteht darin, daß auf jeder Ebene Residualkategorien eingeführt werden – durch Komplementbildung einer Klasse, die man in etwa kennt. Auf diese Weise erhält man tatsächlich eine vollständige Klassifikation, obwohl man den Überblick über das Ganze eigentlich gar nicht hat. Die Gefahr dabei ist, daß man innerhalb der Residualkategorien bei näherer Untersuchung Fälle entdecken kann, die eine von Grund auf andere Klassifikation nahelegen. Dieser Gefahr ist, wie mir scheint, nicht zu entgehen.

Was läßt sich nun aus der Fallstudie Bohr für den besonderen Typ von antireduktionistischem Argument lernen, der dabei verwendet wird? Das Argument steht und fällt natürlich damit, ob zwischen der Physik und den charakteristischen biologischen Phänomenen tatsächlich Komplementarität besteht oder nicht. Es scheint mir, daß Bohr seine Behauptung dieses Komplementaritätsverhältnisses vor allem auf die seiner Meinung nach vorliegende physische Widerspruchsvermeidung stützt, die dritte Bestimmung der Komplementarität. Nun läßt sich diese Unterstellung, daß die physikalischen Untersuchungsmethoden grundsätzlich mit der Existenz der spezifisch biologischen Phänomene physisch unverträglich seien, mit guten Gründen angreifen, und Bohr hat das später auch realisiert. Aber das geht an der eigentlichen Schwäche des Bohrschen Arguments vorbei, und damit an einer potentiellen Schwäche des durch die Fallstudie Bohr repräsentierten Typs von Argument. Der physische Ausschluß von Widersprüchen, also der Clou der Komplementarität, hat nur dann Witz, wenn es sich tatsächlich um den physischen Ausschluß von *theoretisch Unverträglichem* handelt. Der physische Ausschluß von theoretisch Verträglichem ist, wo immer er vorkommt, völlig banal und keineswegs geeignet, irgendwelche antireduktionistischen Überzeugungen zu stützen oder ontologische Konsequenzen zu haben. Was folgt schon daraus, wenn eine Messapparatur, die die Eigenschaft A eines Objekts mißt, physisch nicht damit verträglich ist, daß man gleichzeitig eine andere Eigenschaft B des gleichen Objekts messen kann? Ein solcher physischer Ausschluß hat nur eine Pointe, wenn damit ein Widerspruch zwischen A und B vermieden werden kann. Wenn man zwei verträgliche Aspekte einer Sache niemals gleichzeitig zu Gesicht bekommen kann, so ist das keinerlei Grund zur Aufregung. Auf diese Fallstudie Bohr angewandt: Selbst wenn die physikalischen Methoden grundsätzlich mit der Existenz der spezifisch biologischen Phänomene physisch unverträglich wären, so folgte daraus hinsichtlich der Möglichkeit oder Unmöglichkeit einer Reduktion der Biologie überhaupt nichts. Nur wenn die theoretische Unvereinbarkeit der Gebiete feststeht, dann ist dieses Faktum von theoretischer Relevanz. Bohr dagegen scheint die physische Widerspruchsvermeidung selbst als ein Indiz für das Vorliegen von Komplementarität anzusehen, und dies ist die Hauptschwäche seines Arguments.

Dr. phil. Paul Hoyningen-Huene, ETH-Zentrum, Abteilung für Geistes- und Sozialwissenschaften, CH - 8092 Zürich

Anmerkungen

- * Geringfügig veränderter Text eines Vortrags, der am 12. Oktober 1989 am Zentralinstitut für Philosophie der Akademie der Wissenschaften der DDR in Berlin sowie an den Universitäten Braunschweig, Konstanz und Tübingen gehalten wurde.
- 1 In: Naturwissenschaften. Bd. 21 (1933). S. 245–250 (Alle sich auf diese Arbeit beziehenden Quellenangaben erfolgen im Text in runden Klammern.)

Frances A. Yates

Gedächtnis Erinnern

Mnemotechnik von Aristoteles bis Shakespeare

Übersetzung aus dem
Englischen
379 Seiten, 11 Abbildungen,
20 Tafeln, 1 Faltblatt,
165 mm×230 mm,
Pappband, 68,- DM
Bestellangaben:
571 665 1/Yates, Gedächtnis
ISBN 3-326-00347-1

Der Verfasser gibt einen historisch-systematischen Überblick über die Geschichte der Gedächtniskunst von ihren antiken Ursprüngen über das Mittelalter bis zur Renaissance und versucht, ein möglichst geschlossenes Bild über diesen Spezialzweig der Rhetorik zu vermitteln. Die Darstellung der Entwicklung der Gedächtniskunst ist nicht nur psychologisch, sondern auch kulturhistorisch von Bedeutung und bietet einen guten Einblick in die antike und mittelalterliche Ideenwelt.

Bestellungen bitte an Ihre Buchhandlung richten!